

1 **Manga minimamente processada tratada com UV_p e substâncias**
2 **antiescurecimento. Aline Ellen D. Sousa¹; Rolf Puschmann²; Ebenezer O.**
3 **Silva³; Kelem S. Fonseca⁴; Thayane R. Braga⁵; Diego S. Batista⁶.**

4 ^{1,3,5} Embrapa Agroindústria Tropical - Rua Dra. Sara Mesquita, 2270, Campus do Pici, 60.511-110 –
5 Fortaleza-CE. aedsousa@gmail.com, ebenezer.silva@embrapa.br, thayane38@hotmail.com,
6 oiramfilho@hotmail.com. ^{2,4,6} UFV – Universidade Federal de Viçosa – Av. Peter Henry Rolfs, s/n,
7 Campus Universitário, 36570-900 – Viçosa-MG. rolf@ufv.br, kelemsilva@yahoo.com.br,
8 diegoesperanca@gmail.com.
9

10 **RESUMO**

11 As substâncias antiescurecimento têm sido amplamente utilizadas em trabalhos
12 com frutas e hortaliças minimamente processadas. O objetivo deste estudo foi controlar o
13 escurecimento de mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas e tratadas com
14 radiação ultravioleta pulsada (UV_p), durante dez dias de conservação a 12°C. Utilizou-se
15 uma solução ácida – contendo ácido ascórbico (AA, 2% p/v), ácido cítrico (AC, 2% p/v)
16 e cloreto de cálcio (CC, 1% p/v) – ou uma suspensão de quitosana (Q, 2% p/v). Após 1,
17 7 e 14 dias, as amostras foram retiradas para as análises de cor, extravasamento de
18 eletrólitos (Ee), polifenoloxidase (PFO), fenólicos totais (FT), vitamina C e capacidade
19 antioxidante total (CA). A imersão em quitosana retardou a descoloração das mangas
20 minimamente processadas somente em cubos não irradiados com UV_p. Além disso, a
21 imersão dos cubos em solução ácida aumentou o teor de fenólicos totais e de vitamina
22 C, contribuindo para a maior capacidade antioxidante total, com e sem UV_p, o que pode
23 configurar um benefício à saúde do consumidor.

24 **PALAVRAS-CHAVE:** *Mangifera indica* L., quitosana, radiação UV.
25

26 **ABSTRACT**

27 **Fresh-cut mango treated with UV_p and antibrowning substances.**

28 The antibrowning substances are widely used in fresh-cut fruit and vegetables
29 studies. The objective of this study was to control the browning in fresh-cut mangoes
30 'Tommy Atkins' treated with pulsed ultraviolet (UVP) for ten days of storage at 12°C.
31 For this, a solution of ascorbic acid (1%, w/v) and chitosan suspension (2%, w/v) was
32 used. After 1, 7 and 14 days, samples were collected for the follow analysis: color,
33 electrolyte leakage (EE), polyphenol oxidase (PPO), total phenolics (FT), vitamin C and
34 total antioxidant capacity (AC). The immersion in chitosan suspension delayed the
35 discoloration in fresh-cut mangoes for not UVP irradiated cubes only. In addition, the

36 immersion of the cubes in acid solution increased total phenolic and ascorbic acid
37 content, with or without UVP, enhanced the total antioxidant capacity, which benefits
38 the consumer health.

39 **KEYWORDS:** *Mangifera indica* L., chitosan, UV radiation.

40

41 **INTRODUÇÃO**

42 A UV_p é uma tecnologia não-térmica emergente para inativação rápida de micro-
43 organismos patogênicos (Elmasser et al., 2007). Contudo, a aplicação de pulsos UV, por
44 tempo prolongado, pode causar o escurecimento em produtos minimamente processados
45 (Gómez-López et al., 2005b). Além disso, nos supermercados, os produtos
46 minimamente processados ficam expostos em gôndolas refrigeradas com temperaturas
47 inadequadas para sua comercialização, o que favorece ainda mais o aumento no seu
48 metabolismo e, por fim, o escurecimento.

49 As substâncias antiescurecimento contendo combinações de ácido ascórbico
50 (AA), ácido cítrico (AC) e cloreto de cálcio (CaCl₂) tem sido amplamente utilizados em
51 estudos com frutas e hortaliças minimamente processadas (Denoya et al., 2012; Siddiq
52 et al., 2013). Revestimentos a base quitosana, são utilizados com intuito de aumentar a
53 vida útil, diminuindo a deterioração de frutas e hortaliças por micro-organismos (Shao
54 et al., 2012). Recentemente, estudos tem investigado a quitosana como inibidor do
55 escurecimento enzimático (Qi et al., 2011).

56 Neste estudo, solução ácida (ácido ascórbico + ácido cítrico + cloreto de cálcio)
57 ou suspensão de quitosana foi utilizada com o intuito de controlar o escurecimento de
58 mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas tratadas com UV_p e armazenadas a
59 12°C, simulando as condições de conservação em supermercados.

60

61 **MATERIAL E MÉTODOS**

62 Mangas (*Mangifera indica* L.) ‘Tommy Atkins’ selecionadas (estádio de
63 maturação e ausência de injúrias e doenças) foram lavadas, sanitizadas, descascadas,
64 cortadas em cubos, enxaguadas e drenadas. Em seguida, os cubos foram submetidos a
65 pulsos de radiação ultravioleta (5,7 cm⁻²) e imersas, por 4 minutos, em diferentes
66 substâncias anti-escurecimento: solução ácida - ácido ascórbico, AA (2%, p/v), ácido
67 cítrico, AC (2%, p/v) e cloreto de cálcio, CC (1%, p/v) e suspensão de quitosana (2%,

68 p/v, 85-90% de desacetilação, 340 KDa, Polymar Ind., Brasil).

69 Os tratamentos se dividiram em: Controle, imersão em água destilada; U+Ac,
70 aplicação da UV_p com posterior imersão em solução com ácidos; Ac, imersão em
71 ácidos; U+Q, aplicação da UV_p com posterior imersão em suspensão de quitosana; e Q,
72 imersão em suspensão de quitosana. Em seguida, as amostras (± 250 g) foram
73 acondicionadas em embalagens de polietileno tereftalato (PET) e mantidas em câmara
74 fria ($12 \pm 1^\circ\text{C}$ e UR $85 \pm 5\%$), por um período de 10 dias. Foram retiradas as amostras
75 para análise no primeiro e décimo dia de conservação.

76 Realizou-se as avaliações de cor (sistema L*, a*, b*), Ee (Serek et al., 1995),
77 vitamina C (Strohecker & Henning, 1967), atividade da PFO (WIssemann & Lee,
78 1980), FT (Obanda & Owuor, 1997) e CA (Re et al., 1999).

79 Os experimentos foram analisados em parcelas subdivididas com o tratamento na
80 parcela (5 tratamentos) e o tempo de conservação na subparcela (2 períodos de
81 conservação). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro
82 repetições, sendo cada parcela constituída de aproximadamente 250g de manga
83 minimamente processada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as
84 médias comparadas pelo teste de Scott-Knott em nível de 5% de probabilidade.

85

86 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

87 Os valores de luminosidade (L*) e cromaticidade (b*) das amostras tratadas com
88 U+Ac, Ac e U+Q, assim como nas não tratadas (controle), decresceram no décimo dia
89 de conservação (Tabela 1). Aos 10 dias, os cubos imersos apenas em quitosana (Q),
90 apresentaram maior valor de L* e b*, quando comparados ao controle, confirmando o
91 potencial da quitosana em manter a cor amarela (b*) e evitar o escurecimento.

92 No primeiro e décimo dia de conservação, nos cubos tratados com U+Ac e Ac, o
93 Ee não diferiu do controle (Tabela 1), indicando que estes tratamentos não afetaram a
94 integridade da membrana das mangas minimamente processadas. Já, nos cubos com
95 U+Q e Q, o Ee foi maior, no primeiro e décimo dia de conservação, quando comparado
96 ao controle.

97 Nos cubos tratados com quitosana, U+Q e Q, a atividade da PFO aumentou, no
98 décimo dia de conservação (Tabela 2). Provavelmente, o aumento na atividade da PFO
99 ocorreu devido esta enzima desempenhar papel de defesa em frutas e hortaliças, pois as

Sousa, A. E. D., Puschmann, R., Silva, E. O., Fonseca, K. S., Braga, T. R., Batista, D. S. 2015. Manga minimamente processada tratada com UV_p e substâncias antiescurecimento. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

100 quinonas, produto formado da oxidação dos compostos fenólicos pela PFO, possui
101 propriedades antimicrobianas (Edirisinghe et al., 2012).

102 A imersão dos cubos em solução contendo AA, AC e CC contribuiu para maior
103 capacidade antioxidante das mangas minimamente processadas e irradiadas, ou não,
104 com UV_p (Tabela 3). No último dia de conservação refrigerada, os pedaços de manga
105 imersas em ácidos exibiram maior capacidade antioxidante (4,3μMolar trolox.g⁻¹ MF), o
106 dobro da CA das amostras do controle. O maior conteúdo de FT e de vitamina C
107 encontrados nos cubos (Tabela 3), contribuiu para o aumento na capacidade
108 antioxidante observada dos pedaços de manga tratados com UV_p seguido da imersão em
109 ácidos e dos cubos somente imersos em ácidos.

110 Assim, a quitosana e as substâncias antiescurecimento utilizadas neste estudo
111 não controlaram o escurecimento em manga ‘Tommy Atkins’, minimamente
112 processada, tratada com radiação UV_p e armazenada a 12 ± 2°C. No entanto, a imersão
113 dos cubos em ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio aumentaram o teor de
114 fenólicos totais e vitamina C, contribuindo para a maior capacidade antioxidante total,
115 com e sem UV_p, o que pode configurar um benefício à saúde do consumidor.

116

117 **AGRADECIMENTOS**

118 A Embrapa Agroindústria Tropical e ao BNB pelo apoio e financiamento do projeto e a
119 CAPES pela concessão da bolsa de pós-graduação.

120

121 **REFERENCIAS**

122 EDIRISINGHE, M.; ALI, A.; MAQBOOL, M.; ALDERSON, P. G. Chitosan controls
123 postharvest anthracnose in bell pepper by activating defense-related enzymes. **Journal**
124 **of Food Science and Technology**, 1-6, 2012.

125

126 ELMASSER, N.; GUILLOU, S.; LEROI, F.; ORANGE, N.; BAKHROUF, A.;
127 FEDERIGHI, M. Pulsed light system as a novel food decontamination technology: a
128 review. **Canadian Journal Microbiology**, 53, 813, 2007.

129

130 DENOYA, G. I.; ARDANAZ, M.; SANCHO, A. M.; BENÍTEZ, C. E.; GONZÁLEZ,
131 C.; GUIDI, S. Efecto de la aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la

Sousa, A. E. D., Puschmann, R., Silva, E. O., Fonseca, K. S., Braga, T. R., Batista, D. S. 2015. Manga minimamente processada tratada com UV_p e substâncias antiescurecimento. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE.

132 inhibición del pardeamiento enzimático en manzanas cv. Granny Smith mínimamente
133 procesadas. **Revista de Investigaciones Agropecuárias**, 38, 263-26, 2012.

134

135 GÓMEZ-LÓPEZ, V.M.; DEVLIEGHERE, F. BONDUELLE, V., DEBEVERE, J.
136 Factors affecting the inactivation of microorganisms by intense light pulses. **Journal**
137 **Applied Microbiology**, 99, 460-470, 2005b.

138

139 OBANDA, M.; OWUOR, P.O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf
140 as quality potencial indicators of Kenyan black teas. **Journal of the Science of Food**
141 **and Agriculture**, 74, 209-215, 1995.

142

143 QI, H.; HU, W.; JIANG, A.; TIAN, M.; LI, Y. Extending shelf-life of fresh-cut ‘Fuji’
144 apples with chitosan-coatings. **Innovative Food Science & Emerging**
145 **Technologies**, 12, 62-66, 2011.

146

147 RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-
148 EVANS, C. Antioxidant activity applying improved ABTS radical cation decolorization
149 assay. **Free Radical Biology and Medicine**, 26, 1231-1237, 1999.

150

151 SEREK, M.; TAMARI, G.; SISLER, E. C.; BOROCHOV, A. Inhibition of ethylene
152 induced cellular senescence symptoms by 1-methylcyclopropene, a new inhibitor of
153 ethylene action. **Physiologia Plantarum**, 94, 229-232, 1995.

154

155 SHAO, X. F.; TU, K.; TU, S.; TU, J. A Combination of heat treatment and chitosan
156 coating delays ripening and reduces decay in “Gala” apple fruit. **Journal of Food**
157 **Quality**, 35, 83–92, 2012.

158

159 SIDDIQ, M.; SOGI, D. S.; DOLAN, K. D. Antioxidant properties, total phenolics, and
160 quality of fresh-cut ‘Tommy Atkins’ mangoes as affected by different pre-
161 treatments. **Food Science and Technology**, 53, 156-162, 2013.

162

163 STROHECKER R; HENNING HM. Analisis de vitaminas: métodos comprobados.

164 Madrid: Paz Montalvo, 428p, 1967.

165

166 WISSEMANN, K.W., LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation
167 and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, 31, 206-211,
168 1980.

169

170 **Tabela 1.** Cor (L* e b*) e extravasamento de eletrólitos (Ee) de manga (*Mangifera*
171 *indica* L. var. ‘Tommy Atkins’) minimamente processada, tratadas com UV_p+ácidos
172 (U+Ac); ácidos (Ac); UV_p+quitosana (U+Q) e quitosana, (Q), após 1 e 10 dias de
173 conservação refrigerada. Color (L* and b*) and electrolyte leakage (EE) of fresh-cut
174 mangoes (*Mangifera indica* L. var. ‘Tommy Atkins’) treated with UV_p+acid (U+Ac);
175 acid (Ac); UV_p+chitosan (U+Q) and chitosan (Q), after 1 and 10 days of cold storage

		Dias, 12 °C	
Tratamentos		1	10
L*	Controle	60,1 Aa	53,7 Bb
	U+Ac	62,7 Aa	49,8 Bb
	Ac	61,4 Aa	50,7 Bb
	U+Q	61,3 Aa	50,3 Bb
	Q	62,9 Aa	62,4 Aa
b*	Controle	64,7 Aa	53,3 Bb
	U+Ac	67,0 Aa	50,2 Bb
	Ac	67,3 Aa	52,4 Bb
	U+Q	65,0 Aa	48,8 Bb
	Q	66,1 Aa	62,7 Aa
Ee (%)	Controle	69,7 Ab	66,4 Ab
	U+Ac	72,5 Ab	67,4 Ab
	Ac	72,1 Ab	70,3 Ab
	U+Q	80,4 Aa	85,1 Aa
	Q	83,3 Aa	83,4 Aa

176 Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste
177 de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Means followed by the same uppercase letters horizontally and lowercase
178 letters vertically do not differ by the Scott-Knott test at 5% probability.

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193 **Tabela 2.** Atividade da polifenoloxidase (PFO) de manga (*Mangifera indica* L. var.
194 ‘Tommy Atkins’) minimamente processada tratadas com UV_p+ácidos (U+Ac); ácidos
195 (Ac); UV_p+quitosana (U+Q) e quitosana (Q); durante conservação refrigerada.
196 Polyphenoloxidase activity (PPO) of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L. var.
197 ‘Tommy Atkins’) treated with UV_p+acid (U+Ac); acid (Ac); UV_p+chitosan (U+Q) and
198 chitosan (Q), after 1 and 10 days of cold storage

	Tratamentos	Dias, 12 °C	
		1	10
		PFO (UA.min ⁻¹ .µg prot.)	Controle
	U+Ac	19,7 Aa	38,39 Ab
	Ac	19,7 Aa	38,94 Ab
	U+Q	48,6 Ba	392,75 Aa
	Q	55,2 Ba	548,98 Aa

199 Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste
200 de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Means followed by the same uppercase letters horizontally and lowercase
201 letters vertically do not differ by the Scott-Knott test at 5% probability.
202
203

204 **Tabela 3.** Vitamina C, fenólicos totais (FT) e capacidade antioxidante total (CA) de
205 manga (*Mangifera indica* L. var. ‘Tommy Atkins’) minimamente processada, tratadas
206 com UV_p+ácidos (U+Ac); ácidos (Ac); UV_p+quitosana (U+Q) e quitosana, (Q), após 1
207 e 10 dias de conservação refrigerada. Vitamin C, total phenolics (FT) and antioxidante
208 capacity (AC) of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L. var. ‘Tommy Atkins’) treated
209 with UV_p+acid (U+Ac); acid (Ac); UV_p+chitosan (U+Q) and chitosan (Q), after 1 and
210 10 days of cold storage

	Tratamentos	Dias, 12 °C	
		1	10
		Vitamina C (mg AA.100g ⁻¹ MF)	Controle
U+Ac	55,8 Aa		35,4 Ba
Ac	44,7 Ba		33,8 Ba
U+Q	20,1 Ba		23,7 Bc
Q	20,7 Bc		23,1 Bc
FT (mg AG.100g ⁻¹ MF)	Controle	16,8 Ab	18,0 Aa
	U+Ac	30,2 Aa	22,5 Ba
	Ac	24,8 Aa	18,8 Ba
	U+Q	15,3 Ab	15,6 Aa
	Q	13,7 Ab	14,4 Aa
CA (µMolar trolox.g ⁻¹ MF)	Controle	2,0 Ab	2,2 Ab
	U+Ac	3,9 Aa	3,1 Aa
	Ac	3,3 Aa	4,3Aa
	U+Q	2,2 Ab	1,9 Ab
	Q	1,9 Ab	2,0 Ab

211 Médias seguidas das mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si pelo teste
212 de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Means followed by the same uppercase letters horizontally and lowercase
213 letters vertically do not differ by the Scott-Knott test at 5% probability.